Ciência e Tecnologia no Brasil: Uma Nova Política para um Mundo Global

SITUAÇÃO ATUAL E POTENCIAL CIENTÍFICO DA ÁREA DE GEOCIÊNCIAS

Umberto G. Cordani

Este trabalho faz parte de um estudo realizado pela Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas por solicitação do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Banco Mundial, dentro do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT II). As opiniões expressas neste texto são de responsabilidade exclusiva do autor

Sumário

SITUAÇÃO ATUAL E POTENCIAL CIENTÍFICO DA ÁREA DE GEOCIÊNCIAS

INTRODUÇÃO

Este documento pretende apresentar uma avaliação qualitativa da área de Geociências, no Brasil, a partir da experiência por nós adquirida nas últimas duas décadas, como assessor de vários órgãos de fomento à pesquisa, tais como o CNPq, a CAPES, a FINEP, a FAPESP, e outros. Como base principal, tivemos acesso aos dados de avaliação setorial produzidos pelos Comitês Assessores pertinentes do CNPq (Geofísica e Meteorologia, Geologia, e Oceanografia), aos quais foram adicionados alguns outros parâmetros quantitativos obtidos junto ao próprio CNPq, à Divisão de Acompanhamento e Avaliação da CAPES, e à Coordenadoria de Geociências da FAPESP.

Foram também utilizados os documentos produzidos, no passado, pelos Comitês Assessores anteriores do CNPq, denominados genericamente "Avaliação e Perspectivas", bem como documentos análogos existentes junto à FAPESP, e junto à Secretaria de Administração Geral do MEC.

Finalmente, foi muito importante, para a colimação das idéias a respeito dos campos de atividade dos geocientistas e dos profissionais das Ciências da Terra, ter participado e coordenado os trabalhos do Seminário: "Geologia, o profissional e a Ciência", realizado pela Sociedade Brasileira de Geologia junto ao seu XXXVII Congresso Brasileiro de Geologia, em São Paulo, em dezembro último.

Os dados fundamentais, essenciais para a avaliação qualitativa da área, foram reunidos nas tabelas apropriadas, contendo a relação das instituições principais existentes, seus recursos humanos, a produção de profissionais, de Mestres e Doutores na pós-graduação, além de algumas informações sobre a capacidade instalada de pesquisa e a produtividade científica.

Em adição, este documento pretende trazer as idéias do autor a respeito da evolução futura da área, em termos de situação científica e profissional, bem como algumas recomendações específicas de médio e longo prazo, que possam servir de subsídio para o estabelecimento de políticas governamentais para o setor.

CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE GEOCIÊNCIAS

A área de Geociências cobre um espectro muito amplo de sub-áreas com características próprias e estado de evolução e amadurecimento diferentes, no plano nacional. A tabela 1 indica as principais subdivisões existentes, para as Geociências em geral, de acordo com o desenvolvimento tradicional, em cinco sub-áreas maiores, e diversas dezenas de especialidades, às quais poderiam ser acrescentadas muitas outras, de modo subjetivo.

Esta tabela mostra uma possível divisão das Geociências em sub-áreas e especialidades. Nesta classificação, as Ciências Geológicas abrangem o estudo da composição, estrutura e evolução da Terra, através do exame de seus minerais, rochas e fósseis. As Ciências Atmosféricas tratam do estudo da atmosfera terrestre e dos processos físicos que nela ocorrem. As Ciências Geofísicas dedicam-se ao estudo das propriedades físicas da Terra, e de seus processos físicos naturais. A Geografia Física ocupa-se da organização dos espaços e da estruturação dos ambientes da superfície da Terra, e finalmente a Oceanografia Física abrange o estudo da natureza, estrutura e dinâmica dos oceanos, e dos materiais da crosta oceânica subjacente.

A tabela seguinte (Tabela 2) indica as principais áreas de atuação profissional dos egressos dos cursos de graduação em Geologia, Geografia, Geofísica, Meteorologia ou Oceanologia. O primeiro destes cursos mencionados (Geologia) tem profissão regulamentada no Brasil, controlada pelo CONFEA, e pelos Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e profissões afins. Os outros cursos levam a bacharéis ou licenciados, com atuação profissional flexível, e dependente da situação do mercado de trabalho.

A classificação descrita acima é subjetiva, e entendemos que possa ser válida no plano nacional. Obviamente existe muita interação entre os integrantes das diversas sub-áreas e especialidades, e também com muitos outros segmentos da sociedade. Nos casos específicos da Geografia e da Oceanografia Físicas, trata-se de campos de atividade que se integram em áreas maiores. A Geografia Física e a Geografia Humana complementam-se de modo coerente num conjunto maior,"Geografia", que tem sido mais e mais considerada como uma das Ciências Sociais. Por outro lado, a Oceanografia Física (que em nossa classificação inclui os aspectos químicos e geológicos da oceanografia) integra-se com a chamada Oceanografia Biológica para o estudo mais completo do ambiente oceânico.

As Ciências Geológicas podem ser consideradas ao mesmo tempo como "Ciências da Natureza", em sua missão de contribuir para o conhecimento de nosso planeta, do espaço que o envolve, e de sua dinâmica, e como "Ciências Exatas ", na medida em que utilizam a linguagem da Matemática em sua atuação. Integram-se elas com as congêneres ciências físicas, químicas, matemáticas e afins, bem como boa parte das ciências biológicas, no estudo e caracterização do ambiente em que vivemos, num contexto denominado genericamente de Ecologia, ou Ciência Ambiental. Além disso, na atuação profissional, os geocientistas mantém estreitos vínculos com elementos da área tecnológica, quais sejam Engenheiros de Minas, Civís, Agrônomos, Metalúrgicos, ou da área administrativa e de planejamento, quais sejam Economistas, Arquitetos, Administradores de Empresas e /ou políticos e legisladores envolvidos com políticas públicas.

A essência ambivalente de ciências naturais e exatas, bem como os campos de atuação, descritos na tabela 2, caracterizam as Ciências da Terra e seu objeto de estudo. Tratam elas de conhecer a natureza dos terrenos e dos processos meteorológicos, geológicos, oceanográficos e afins a elas relacionados, e também de lidar com os aspectos práticos ligados à localização, avaliação e utilização adequada de recursos permanentes e não-renováveis. No primeiro caso incluem-se o solo, a água e o ar, cujo conhecimento e manejo são essenciais para a melhor utilização e controle do meio ambiente. No segundo incluem-se os bens minerais, dentre os quais adquirem especial significado os combustíveis fósseis, petróleo, carvão e gás natural, que ainda constituem as mais importantes e tradicionais fontes de energia.

BREVE HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO DAS PESQUISAS EM GEOCIÊNCIAS NO BRASIL

Atividades científicas na área de Geociências, no Brasil, foram iniciadas praticamente no século XIX, através das numerosas expedições efetuadas por cientistas/naturalistas de procedência estrangeira, europeus ou norte-americanos (Eschwege, Agassis, Hart, etc.), cujos objetivos eram os de conhecer, observar, descrever, catalogar os materiais encontrados em suas viagens a lugares então remotos do território brasileiro. Durante e após esta fase pioneira, o governo imperial tomou algumas importantes medidas para oficializar atividades geocientíficas, criando de início o Observatório

Nacional (1827), e posteriormente a Comissão Geológica do Império (1885), e a Escola de Minas de Ouro Preto (1886). Embora as atividades geológicas então implantadas tivessem importante caráter de ciência básica, com o tempo voltaram-se quase exclusivamente para a prospecção mineral, e isto especialmente quando foi criado o Departamento Nacional da Produção Mineral, por transformação da Comissão Geológica do Império e de seu sucessor, o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil.

Em vista disso, a pesquisa geocientífica básica somente veio a progredir nas Universidades, com o desenvolvimento de departamentos de Geologia, Mineralogia, Geografia e afins nas recém criadas Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras, a partir da década de 30, ou nas preexistentes Escolas de Engenharia. Mais tarde, já na década de 50, o desenvolvimento das pesquisas geológicas no Brasil tomou grande impulso com a implantação, através da Campanha de Formação de Geólogos (CAGE), de diversos cursos de graduação em Geologia, racionalmente distribuídos em todo o território brasileiro, os quais em poucos anos formaram os profissionais necessários para atender à forte demanda já existente no setor mineral.

No caso específico da Geofísica e da Meteorologia, embora observações continuadas tivessem sido tomadas desde a segunda metade do século XIX, em algumas instituições especiais, as atividades científicas somente vieram a se firmar, no país, a partir da década de 60, com a implantação da política oficial de formação de recursos humanos, na pós-graduação. Com a pós-graduação, foram implantados junto às principais universidades do país cursos com ênfase em muitas especialidades, de acordo com as experiências preexistentes, ou com as vocações regionais detectadas. Desta forma, foram formados no país muitos Mestres e Doutores, os quais atualmente produzem, dirigem e orientam as pesquisas geocientíficas em curso, em todas as sub-áreas e especialidades existentes. As tabelas 3 e 4, que trazem as instituições de ensino e pesquisa em Geociências, bem como as empresas principais, institutos de pesquisa e órgãos governamentais, mostram o retrato atual das atividades na área, no Brasil.

De um modo geral, as atividades mais clássicas das geociências, e iniciadas mais cedo do que as demais, no Brasil, encontram-se relativamente amadurecidas e consolidadas. É o caso da maioria das especialidades da Geologia e da Geografia Física, cujo desenvolvimento já atinge algumas décadas, pelo menos. As sub-áreas de Geofísica e de Meteorologia são de implantação mais recente, e se ressentem do pequeno número de pesquisadores titulados, ainda insuficiente para o atendimento adequado das necessidades institucionais de pesquisa. Finalmente, o caso da Oceanografia Física é muito particular, pelo reduzido número de instituições existente, dada a necessidade de contar com meios flutuantes de grande porte. O seu desenvolvimento, embora tenha se acelerado nos últimos anos, ainda é muito desequilibrado em relação à Oceanografia Biológica, de implantação anterior.

No plano profissional, a atuação de geocientistas e técnicos relacionados sempre dependeu das políticas governamentais ligadas ao setor mineral e energético, e portanto ao desenvolvimento do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), órgão do Ministério da Minas e Energia, e instituições relacionadas. O DNPM foi criado na década de 20, mas o setor expandiu-se grandemente apenas no fim da década de 60, época do Plano Mestre Decenal para o setor. Nesta época foi criada a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), como companhia estatal encarregada de executar as diretrizes emanadas do próprio DNPM, o qual continuou existindo, agora como entidade planejadora. O desenvolvimento do setor mineral, na década de 70, coincidiu com um estágio de evolução econômica do país em que, embora mantivesse sua tradicional posição de exportador de matérias primas minerais, buscava gradativamente aprimorar as condições para o seu

aproveitamento industrializado.

Em tal cenário, cresceram os investimentos governamentais do setor, e melhorou muito o conhecimento do solo e subsolo brasileiros, através dos levantamentos geológicos básicos da CPRM, dos trabalhos de prospecção da Comissão Nacional de Energia Nuclear, e da Nuclebrás, dos trabalhos do Projeto RadamBrasil, do DNPM, voltados inicialmente para a região Amazônica e posteriormente estendidos para cobrir todo o território nacional, dos trabalhos de sensoriamento remoto efetuados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), dos trabalhos geofísicos do Convênio Brasil-Canadá, e outros empreendimentos de grande monta. Também são dessa época as criações das diversas empresas estatais de mineração, como a CBPM, a METAGO, a METAMIG, e outras, e é nessa época que instalaram-se e desenvolveram-se muitas empresas de prospecção mineral, muitas delas subsidiárias de empresas estrangeiras ou multinacionais, atuando até nas áreas mais remotas do território brasileiro.

A partir da segunda metade da década de 70, e durante todos os anos 80, com as crises continuadas do petróleo, e de todo o setor mineral, as quais procuraremos abordar mais tarde, ao tratarmos das tendências futuras das geociências, aliadas às dificuldades crônicas que assolam a economia nacional, os investimentos governamentais e privados em mineração e atividades associadas diminuiram grandemente, no Brasil. Ao mesmo tempo, buscando preservar seu patrimônio em termos de instituições científicas e de recursos humanos já preparados adequadamente, o país executou, através de suas entidades de apoio e de fomento à pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia (FINEP, CNPq)alguns programas bem sucedidos de implantação, consolidação e manutenção de centros de pesquisa. Dois deles podem ser mencionados: o Programa Nacional de Geociências (PRONAG), e o Programa de Geociências e Tecnologia Mineral do PADCT, que continua até hoje, com recursos externos importantes provenientes do Banco Mundial.

Presentemente, excluindo as atividades ligadas ao ensino superior e à pesquisa, em instituições essencialmente governamentais, o mercado de trabalho dos profissionais ligados às Ciências da Terra abrange a atuação de muitos milhares de licenciados em Geografia no ensino pré-universitário, de poucos meteorologistas ligados a empresas, para previsão de tempo, de alguns geofísicos que atuam em empresas de prestação de serviços, e de alguns milhares de geólogos que atuam no setor mineral, nas empresas estatais maiores, como a Petrobrás ou a Vale do Rio Doce, ou em empresas privadas. Por causa da crise que afeta o setor mineral, e segundo dados do sindicato paulista de geólogos, o mercado de trabalho, no plano nacional, encontra-se saturado, com o desemprego atingindo cerca de 15-20% dos referidos profissionais.

INVENTÁRIO INSTITUCIONAL DA ÁREA DE GEOCIÊNCIAS

A pesquisa básica e aplicada, nas Ciências da Terra, é efetuada normalmente junto às instituições de ensino superior, das quais as que tem cursos específicos de graduação ou de pós-graduação são incluídas na Tabela 3. Além das mencionadas, há inúmeras outras universidades e centros de pesquisa no país, em que Departamentos de Geociências ou afins, com reduzido número de docentes, ministram aulas de Geologia Geral, Mineralogia, Paleontologia, etc., para cursos de Engenharia Civil, ou de Geografia, ou de Biociências, e outros mais. Por vezes, pesquisas de qualidade são efetuadas nestas unidades menores, entre as quais podem ser mencionadas, a título de exemplo, aquelas existentes no Estado de São Paulo, e catalogadas pela Coordenadoria de Geociências da FAPESP, mencionadas a seguir:

USP - Escola de Engenharia de São Carlos - Depto.de Geotecnia
USP - Escola Politécnica - Depto Engenharia Civil/Engenh. Minas
USP - F.F.C.L. - Ribeirão Preto Depto. Geologia,Fís.,Matemática.
UNESP - Rio Preto - Inst. Biociências,L.C.E.
UNESP - Bauru - Instituto de Pesquisas Meteorológicas
UNESP - Presidente Prudente - IPEA
UNICAMP - Limeira - Esc. Engenharia - Depto. Engenh. Civil

Da mesma forma que os Institutos e Departamentos relacionados acima, em todo o país existem outros com características semelhantes, envolvidos em atividades relacionadas com as Ciências da Terra.

Além disso, na Tabela 4 estão relacionadas as empresas principais do ramo, bem como os institutos de pesquisa e órgãos governamentais que mais atuam na área. O setor de mineração ligado ao Ministério das Minas é o que mais emprega profissionais das Geociências, através de seu Departamento Nacional da Produção Mineral, e das três estatais maiores do setor, a Petrobrás, a Cia. Vale do Rio Doce, e a CPRM. No total, a estas instituições e suas subsidiárias, devem estar vinculados cerca de 2000 profissionais das Geociências, principalmente geólogos. Estas três empresas maiores atuam na área da cartografia geológica, para o conhecimento básico do território brasileiro, bem como na área da prospecção de depósitos minerais e de petróleo. Nos anos recentes, acompanhando tendência que se manifesta em todo o mundo, estas empresas vem atuando com preocupação de conservação ambiental, e a CPRM em especial tem desenvolvido programas específicos de Geologia Ambiental. Outras grandes instituições estatais, como o IBGE, a CNEN e a EMBRAPA, também atuam subsidiariamente na área, assim como, em seus respectivos planos estaduais, o fazem instituições tais como a CBPM, a METAGO, a MINEROPAR, a METAMIG e outras companhias análogas, ligadas ao setor mineral. Merecem menção especial, pelas suas atividades continuadas no setor, instituições técnico-científicas como o IDESP, o CETEC, a CEPLAC, o INPA, a CESP, a CETESB e o IPT de São Paulo.

Na maioria destas organizações são desenvolvidas importantes atividades de pesquisa, voltadas para as finalidades específicas de cada uma delas. Como exemplo pode ser mencionada a Petrobrás, onde existe um dos maiores complexos, a nível mundial, para pesquisa e desenvolvimento do setor petrolífero, o CENPES, no qual se concentram cerca de uma centena de pesquisadores em Geologia, Geofísica ou Oceanografia, que podem usufruir de modernos equipamentos e uma estrutura de apoio de alta eficiência. Com tal estrutura de pesquisa e desenvolvimento, a Petrobrás é considerada uma das mais sérias e eficientes empresas do setor petrolífero. Por exemplo, ela conseguiu, nos últimos 20 anos, desenvolver tecnologia de ponta no difícil contexto da exploração de petróleo em águas profundas da plataforma continental, que agora está utilizando em bem sucedidas "joint ventures" internacionais, como no Mar do Norte, em associação com companhias norueguesas.

Estimamos em cerca de 6500 a 7000 os geólogos em atividade no país, dos quais a maioria (entre 2500 e 3000) atuando em mineração ou em levantamentos básicos para prospecção mineral, junto ao sistema DNPM-CPRM, às empresas estaduais de mineração, ou ao setor privado. Pouco mais de 1000 geólogos atuam no setor de petróleo, quase todos junto ao Departamento de Exploração (DEPEX) da Petrobrás, e cerca de 100 no CENPES citado acima. Aproximadamente 700 - 800 geólogos dedicam-se ao setor de Geologia de Engenharia, junto a empresas estatais ou

privadas, cerca de 700 ao ensino e pesquisa nas instituições de ensino superior do país, e cerca de 500 atuam em atividades ligadas à água subterrânea e ao meio ambiente, nas organizações estatais ou em empresas privadas. Por outro lado, em virtude da já comentada retração do mercado de trabalho, aproximadamente 10% dos profissionais da área encontram-se desempregados.

Os poucos geofísicos concluintes do único curso de graduação que formou bacharéis, até o presente (o da USP) ainda não caracterizaram uma atuação profissional própria e definida, permanecendo vinculados a atividades acadêmicas. Por outro lado, a Petrobrás considera como "geofísicos" cerca de 400 profissionais (atuando tanto no DEPEX como no CENPES), cuja formação básica é de geologia. Outros geólogos, ou físicos, ou engenheiros de diversos tipos, atuam como geofísicos em empresas privadas, ao lado de alguns poucos profissionais estrangeiros.

No caso da Meteorologia, o número de formados nos diversos cursos de graduação existentes até o presente, estimado em algumas centenas, ainda se mostra insuficiente para atender as necessidades da sub-área. A maioria dos meteorologistas atuam em instituições de pesquisa, como o INPE, o IAG/USP, a UFPb, etc. ou instituições e empresas estatais como a EMBRAPA, o IBGE, a CNEN, o CETEC, a CESP, a CETESB e outras, que empregam certo número de meteorologistas em atividades de aplicação direta. Cabe assinalar também que muitos dos profissionais que atuam na área ainda possuem formação básica diferente, de física, matemática, engenharia, agronomia, etc.

Quanto à Oceanografia Física, o pequeno número de profissionais atuantes na sub-área o faz nas poucas instituições governamentais de pesquisa existentes no país e a maioria dos projetos em andamento refere-se a estudos de caracterização e de impacto ambiental em ecossistemas costeiros, em estreita colaboração com pesquisadores da sub-área de Oceanografia Biológica. Um dos maiores obstáculos para a execução de pesquisas em Oceanografia Física é a existência de apenas dois navios maiores (N/Oc. Prof. W. Besnard, do IO - USP, e o N/Oc. Atlântico Sul, da FURG), e com dificuldades em obter os fundos necessários para operações continuadas.

Finalmente, no caso da Geografia Física, há muitos milhares de geógrafos formados no país (bacharelado e licenciatura), nos 155 cursos superiores existentes, cuja atuação principal é na educação pré-universitária. Por outro lado, em proporção crescente, devido à importância cada vez maior das questões ambientais na sociedade, muitos geógrafos tem se voltado para atividades de planejamento rural e urbano, organização do espaço e análise ambiental, em muitas organizações governamentais, a nível local (prefeituras municipais), regional, estadual ou federal.

Serão caracterizadas a seguir, de maneira resumida, algumas das maiores instituições de ensino superior e pesquisa do país, entre as incluídas na Tabela 3. Na impossibilidade de efetuar um levantamento completo no curto tempo disponível, apresentamos aqui algumas informações a respeito das instituições do sistema paulista, em termos de corpo docente e de equipamentos principais, aliadas às de alguns outros centros do país que atenderam prontamente ao nosso pedido de informações, para inclusão neste documento.

1 - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Trata-se do maior dos conjuntos acadêmicos do país, com várias unidades cuidando de atividades ligadas às Ciências da Terra : o Instituto de Geociências, o Instituto Astronômico e Geofísico, o Instituto Oceanográfico, o Depto. de Geografia da FFLCH, a Escola Politécnica, a Escola de Engenharia de São Carlos a FFCL de Ribeirão Preto e a ESALQ de Piracicaba. O Instituto Oceanográfico opera bases em Ubatuba e Cananéia, além de um navio oceanográfico, e

o IAG opera em Valinhos. Todas as unidades da USP tem história e tradição própria e atividades continuadas de pelo menos algumas décadas. São relacionados abaixo os recursos humanos e as principais facilidades operacionais existentes no IG e no IAG.

1.1 - Instituto de Geociências

Número de docentes : 69, dos quais 55 com titulação de Doutor.
Equipamentos principais: Microssonda eletrônica, Difração de raios X, Fluorescência de raios X, Absorção Atômica, Espectrômetros de massa, Microscópio eletrônico, Sensoriamento Remoto (SITIM), Laboratórios diversos para análises químicas, microscopia óptica, sedimentologia, hidrogeologia, e outros.

1.2 - Instituto Astronômico e Geofísico

Número de docentes em Meteorologia e Geofísica: 30, dos quais 22 com titulação de Doutor.
Equipamentos principais: Gravímetros, Sismógrafos, Difração de raios X, Fluorescência de raios X, Microscópio eletrônico, Magnetômetros para Paleomagnetismo, Espectrômetro gama, Perfilador, Laboratórios diversos para análises químicas, modelos reduzidos, instrumentação, etc.

2 - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)

Trata-se de um conjunto de Escolas e Institutos sediados em diversas cidades do interior paulista, reunidos como Universidade há cerca de 30 anos. As atividades principais da área de Ciências da Terra concentram-se no IGCE de Rio Claro, mas núcleos menores aparecem em Rio Preto, Bauru, Jaboticabal e Presidente Prudente.

2.1 - Instituto de Geociências e Ciências Exatas - R. Claro

Número de docentes : 46, dos quais 32 com titulação de Doutor.
Equipamentos principais: Espectrofotômetros, Difração de raios X, Fluorescência de raios X, Gravímetro, Sismógrafos, Perfilador, Sensoriamento Remoto (SITIM), Laboratórios diversos para análises químicas, sedimentologia, microscopia óptica, e outros.

3 - UNIVERSIDADE DE CAMPINAS (UNICAMP)

Formada no fim da década de 60, reune diversas unidades instaladas em Campinas e arredores. O núcleo principal de atividades na área de Ciências da Terra é o Instituto de Geociências, havendo também atividades subsidiárias nos Institutos de Química e de Biociências, bem como na Escola de Engenharia de Limeira.

3.1 - Instituto de Geociências

Número de docentes : 35, dos quais 24 com titulação de Doutor.
Equipamentos principais: Fluorescência de raios X, Laboratórios de computação e processamento de dados, geoquímica analítica, microscopia óptica, inclusões fluidas, e outros.

4 - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

4.1 - Instituto de Geociências

Número de docentes : 82, dos quais 34 com titulação de Doutor.
Equipamentos principais : Difração de raios X, Fluorescência de raios X, Espectrografia óptica, Absorção Atômica, Espectrografia de massa, Laboratórios de geoquímica isotópica e geocronologia, microscopia óptica, inclusões fluidas, sismologia, paleomagnetismo, meteorologia, prospecção geofísica, e outros.

5 - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

5.1 - Instituto de Geociências

Número de docentes : 32, dos quais 21 com titulação de Doutor.
Equipamentos principais : Microssonda eletrônica, Difração de raios X, Sensoriamento Remoto (SITIM e SIG), Observatório Sismológico, laboratórios de análises geoquímicas, microscopia óptica, inclusões fluidas, e outros.

CURSOS DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA TERRA NO BRASIL

A tabela 5 resume os dados referentes aos cursos específicos de graduação em Ciências da Terra existentes no Brasil, segundo o Censo Educacional sobre ensino superior, de 1991, do Ministério da Educação. Neste documento estão listados 19 cursos de Geologia, 6 cursos de Meteorologia, e 2 cursos de Oceanologia. Foram aqui adicionados dois de Geofísica, um dos quais acaba de ser iniciado em 1992, que não se encontram relacionados no documento do MEC. Por outro lado, o documento relaciona 155 cursos de Geografia, os quais se direcionam preferencialmente para a Geografia Humana, mas que incluem em suas atividades programas de ensino relevantes em Geografia Física. Não cabe discutir, neste trabalho, cursos de graduação que incluem importantes atividades geocientíficas, como é o caso, por exemplo, dos cursos de Engenharia de Minas, Engenharia Cartográfica, Agronomia, etc.

Na mencionada tabela, aparecem os cursos de graduação existentes na área, espalhados pelas mais diversas regiões brasileiras. Os dados numéricos referem-se aos alunos matriculados, em abril de 1991, e aos alunos concluintes em 1990. Verifica-se imediatamente que o tempo médio de residência dos alunos nos cursos é maior do que o ideal (5 anos no caso dos cursos de Geologia, e 4 anos nos demais), e que, além disso,, deve haver uma evasão muito grande na maioria desses cursos para explicar o pequeno número de concluintes em relação aos matriculados (cerca de 10%). Em grande parte, o problema reside na saturação do mercado de trabalho dos geólogos, na esfera profissional, e nas possibilidades restritas nos campos de atuação respectivos dos geocientistas em geral. O problema se agrava ao considerar determinadas situações regionais, como aparece claramente na tabela, que mostra o número excessivamente pequeno de concluintes em Geologia nos cursos de Manaus, Fortaleza, Natal e Recife. O número de formandos em Belém, Salvador, e Rio de Janeiro também é menor do que a média, enquanto que apenas os cursos de São Paulo, Minas Gerais, Cuiabá e Brasília apresentaram concluintes em número superior a 10% dos alunos existentes.

No caso dos cursos de Meteorologia, o número de concluintes é extremamente pequeno, em

todos os casos. No caso da Oceanologia,os dois cursos existentes têm sua maior ênfase em Oceanografia Biológica, com o setor de Oceanografia Física sempre subordinado. O curso de Rio Grande, RS, ao que parece, consegue manter fluxo regular entre ingressantes e concluintes.

Nos cursos de graduação em Geografia, a Geografia Física vem sendo mantida pela sua vinculação obrigatória com a Geografia Humana, no estudo das influências do ambiente que afetam o homem. Por outro lado, continua a tendência mantida nas últimas décadas pela qual os geógrafos, no Brasil, voltam seus maiores interesses para o lado sociológico da ciência (Geografia agrária, industrial, urbana, planejamento, e mais recentemente apenas, Análise ambiental). Na tabela 5, foi incluído o número expressivo de cursos de Geografia existentes no país (155), os quais formam anualmente mais do que 4000 geógrafos ou licenciados em Geografia, a grande maioria deles dirigidos para o ensino pré-universitário.

Entendemos que a situação retratada, correspondente a 1991, não se modificou significativamente até o presente, com os campos de atuação e o mercado profissional mantendo-se reduzidos. Portanto, a partir de um contingente de alunos uma ordem de grandeza acima, formam-se anualmente, além dos já mencionados 4000 geógrafos voltados para o ensino primário ou secundário, cerca de 250 geólogos, por volta de 30 meteorologistas, e cerca de 50 oceanólogos, a maioria destes atuando no setor biológico da Oceanografia.

FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS NAS GEOCIÊNCIAS

A tabela 6 inclui alguns dados estatísticos a respeito dos cursos de pós-graduação em Geociências do país. Trata-se de 29 programas que foram implantados, nos últimos 25 anos, em quase todas as principais instituições de ensino e pesquisa nacionais. Este levantamento baseia-se em dados obtidos junto à CAPES, em sua Divisão de Acompanhamento e Avaliação, referentes ao biênio 1990-91. Foram reunidos todos aqueles da sub-área de Geociências, e acrescentados os da sub-área de Geografia voltados predominantemente para a parte geomorfológica ou ambiental (FFLCH-USP, e UNESP-Rio Claro).

O início dos cursos de pós-graduação, no fim da década de 60, correspondeu à profunda reforma ocorrida no ensino superior brasileiro, com a implantação ou reformulação dos mecanismos de formação de recursos humanos. As datas referidas na tabela, como início dos programas de Mestrado e Doutorado, são as da última reformulação efetuada em cada curso, para atingir sua estrutura atual, independentemente de possíveis atividades análogas anteriores. Por exemplo, os programas em Geociências do IG-USP (Recursos Minerais e Hidrogeologia, Geoquímica e Geotectônica, e Geologia Sedimentar)tiveram início em 1986, a partir de programas anteriores estabelecidos em 1970. Por sua vez, estes já foram antecedidos pelos Doutorados em Ciência que existiam, na Universidade de São Paulo, há várias décadas.

Os números apresentados na tabela referem-se ao ano de 1991, situação muito próxima da atual. São relacionados, como vinculados de modo permanente aos programas de pós-graduação, 540 docentes, cerca de 80% dos quais com titulação de Doutor em Ciências, ou equivalente. Este número apresenta pequena distorção, visto que alguns pesquisadores estão repetidos nas relações de docentes enviadas por programas diferentes da mesma instituição, como é o caso, por exemplo, do INPE/CNPq, ou da UNESP-Rio Claro.

Em dezembro de 1991, portanto antes da nova entrada de estudantes no primeiro semestre letivo de 1992, o sistema compreendia 980 alunos de Mestrado, e 373 de Doutorado. Foram

titulados, naquele ano, 197 Mestres e 34 Doutores, e estes números devem ser comparados com as quase 300 vagas oferecidas, em seu conjunto, pelos programas de Mestrado, e as cerca de 100 oferecidas pelos programas de Doutorado. Levando-se em conta que a evasão não costuma ser muito grande, nos programas de pós-graduação, o alunado encontra-se em crescimento, o que está acarretando em alguns dos programas uma saturação da capacidade de orientação. Exemplo típico é o do Curso de Geografia Física da FFLCH da USP, em que a relação aluno/professor ultrapassa o valor 10.

O número de Mestres formados anualmente é da ordem de 15-20% do número total de alunos de Mestrado, o que significa que o tempo médio de residência de um aluno no sistema é da ordem de 5-6 anos, excessivamente longo, virtualmente o dobro do tempo máximo de duração de uma bolsa de Mestrado da CAPES ou do CNPq. Os números se agravam ao examinar a relação entre titulados e alunos matriculados, no caso do Doutorado, a qual não chega a 10%. Pelos dados colhidos pela CAPES, a duração dos Doutorados em Geociências, no Brasil, em praticamente todos os casos, excede o tempo de 60 meses.

PRODUÇÃO CIENTÍFICA

A componente fortemente regional das Geociências faz com que a maioria das publicações da área, visando atingir o público local, naturalmente o mais interessado nas características das áreas pesquisadas, seja oferecido em revistas autóctones,na língua nacional. Muitos dos trabalhos de pesquisa efetuados pelos docentes, estudantes de pós-graduação, e profissionais da área, são apresentados em reuniões científicas regionais, ou em congressos nacionais das sociedades científicas brasileiras, como a Sociedade Brasileira de Geologia, as congêneres de Geofísica e de Meteorologia, e as mais especializadas, como a de Geoquímica, de Paleontologia, de Estudos do Quaternário, de Águas Subterrâneas, de Geologia de Engenharia, e outras menores. Por isso mesmo, uma grande parte da produção científica nacional é documentada por Boletins de Resumos, ou Anais de congressos e reuniões científicas análogas.

Desta forma, a produção científica convencional, em revistas arbitradas e editadas de forma contínua, nacionais ou internacionais, é muito reduzida. A tabela 7 relaciona as principais revistas brasileiras, com periodicidade mais ou menos regular, existentes a nível nacional e regional, sendo que apenas os Anais da Academia Brasileira de Ciências são citados entre aquelas pesquisadas internacionalmente, através dos "Current contents".

Entre os indicadores principais relativos aos cursos de pós-graduação do país, aquele inerente à produção científica é muito crítico para a área de Geociências, visto que não leva em conta as publicações associadas a congressos e reuniões científicas. Ao levar em conta apenas o total de artigos publicados em revistas (nacionais e internacionais), mais os capítulos de livros produzidos, e dividindo esta somatória pelo número total de docentes da instituição de pesquisa, os valores encontrados são geralmente muito baixos. Quase todas as instituições pesquisadas, para os anos de 1990 e 91, com poucas exceções, apresentaram valores menores do que 1 artigo publicado por ano e por docente, e muitas delas com índices entre 0,0 e 0,3 artigos publicados por ano e por docente. As poucas exceções ficaram por conta dos cursos de pós-graduação da USP e da UNESP, do curso de Geofísica da UFBa,do curso de Geoquímica da UFF, e dos cursos de Geologia da UnB e da UFRS, em que os parâmetros resultaram por volta de 1, ou pouco maiores do que 1 artigo publicado por ano e por docente, o que consideramos apenas aceitável como valor médio, numa instituição

cientificamente ativa.

Por outro lado, se forem computados os trabalhos publicados em conexão com reuniões científicas, congressos e similares, regionais, nacionais ou internacionais, os indicadores de produtividade acima referidos melhoram significativamente, e os valores médios por vezes duplicam e até mesmo triplicam em certos casos.

O cenário torna-se mais crítico se forem consideradas apenas as principais revistas científicas internacionais, as que divulgam os progressos ocorridos em todas as ciências, através da publicação de trabalhos originais, submetidos previamente às avaliações críticas de cientistas de renome. Com o auxílio da Superintendência de Desenvolvimento Científico do CNPq, tivemos acesso a banco de dados contendo a produção científica, tal como aparece nas principais revistas do mundo inteiro, para quatro anos seguidos e mais ou menos recentes, 1988 a 1991. Selecionando as publicações consideradas mais significativas para as Ciências da Terra (relacionadas na Tabela 8), existentes em diversas das melhores bibliotecas de Geociências do país, e onde aparecem eventualmente publicações de autores brasileiros, buscamos ali justamente os artigos originados de pesquisadores vinculados a instituições nacionais, na forma de autores ou co-autores. Os resultados encontram-se expostos na Tabela 9, onde estão reunidas as instituições brasileiras que compareceram com pelo menos duas publicações, no período.

Na tabela 9, os números são alarmantes. Uma grande parte de instituições de ensino e pesquisa do país simplesmente não publica nas principais revistas internacionais. Algumas instituições, como a UnB, a UFPa, a UFRS, a UNICAMP, a UFRN, a UFRJ e a UNESP-Rio Claro publicam cerca de 1 ou
2 trabalhos por ano nas revistas da tabela 9. Mesmo as instituições que aparentemente mais publicam internacionalmente, como a UFBa, a USP e o INPE ainda o fazem muito pouco, se levarmos em conta a quantidade nelas existente de docentes qualificados. Ao relacionarmos o número de publicações da tabela 9 com o número de docentes titulados que aparece na tabela 6, o parâmetro resultante é de 0.56 para a UFBa, de 0.38 para o IG USP, de 0.48 para o IAG USP, e 0.21 para o INPE. Estes valores representam o número de publicações internacionais por docente com Doutorado ou equivalente, para um período de quatro anos. Interessante é verificar, na tabela 9, que o pessoal técnico da Petrobrás considera de grande importância as publicações científicas internacionais, e o número de artigos resultante, principalmente no Boletim da AAPG (Amer. Assoc. Petroleum Geologists) é relevante. Ao nosso ver, isto reflete a seriedade e a competitividade da empresa, no plano internacional.

Estamos cientes das limitações deste inventário, visto que o número de revistas científicas pesquisadas é restrito, e deve haver seguramente certo número de publicações por autores nacionais que não foi atingido pela pesquisa. Por outro lado, estas revistas são sem dúvida os veículos principais da produção científica nas Ciências da Terra, de modo que a participação brasileira na comunidade internacional é extremamente pequena, e ao nosso ver não corresponde com a qualificação científica e a maturidade já atingida em certos setores da área. Como corolário, os dados geocientíficos a respeito do Brasil são muito escassos, na comunidade internacional, embora eles existam em quantidade e em muitos casos também qualidade, como pode ser verificado nas muitas reuniões científicas regionais e nacionais da área. Os geocientistas brasileiros preferem a divulgação e a discussão de suas pesquisas em casa, nas revistas e nos congressos locais, e com isto as Geociências brasileiras não são visíveis e conhecidas na comunidade internacional, a não ser em raros casos, e quase sempre quando há colaboração com entidades estrangeiras.

AS GEOCIÊNCIAS BRASILEIRAS NO PLANO INTERNACIONAL

Conforme foi explicitado nos capítulos iniciais deste trabalho, de um modo geral as geociências no Brasil têm um desenvolvimento muito recente, das últimas décadas, e daí decorre que o próprio conhecimento geocientífico do território brasileiro é bem incompleto para os padrões atuais, e muito menor do que o de outros países de extensão territorial similar. A tabela 10 traz o número de geólogos ou de profissionais equivalentes existente, por volta de 1990, nos U.S.A., Canadá, Austrália, China e a ex-U.R.S.S., em comparação com o Brasil. Todos estes países possuem territórios de dimensão comparável à do Brasil, com a exceção da ex-U.R.S.S., cerca de três vezes maior. Na tabela, vemos que é de uma ordem de grandeza a disparidade existente quanto à densidade de profissionais nas respectivas populações. Mais ainda, os países de vocação mineira, com muitos e variados depósitos minerais em exploração, como a Austrália e o Canadá (e como deveria ser o caso do Brasil), possuem cerca de vinte vezes mais profissionais do que o Brasil. A disparidade é ainda maior no caso de alguns campos das geociências menos evoluídos no Brasil, como o da geofísica ou o da oceanografia física, em que o número de cientistas ou profissionais ativos nas poucas instituições brasileiras é muito pequeno.

Devido à baixa densidade de militantes das geociências, o conhecimento geológico, geofísico, meteorológico e oceanográfico do território brasileiro encontra-se muito aquém do desejável. Os dados existentes até que são razoáveis na escala continental, de reconhecimento, em que tornam-se importantes levantamentos de sensoriamento remoto, ferramenta científica que foi desenvolvida e utilizada adequadamente no Brasil, nas três últimas décadas, com as atividades do INPE. Entretanto, descendo na escala ao nível de conhecimento regional ou local, o território nacional encontra-se virtualmente inexplorado, sendo enorme a diferença em relação a países desenvolvidos, como os já citados Austrália ou Canadá. Grandes extensões territoriais, como é o caso da região amazônica inteira, são praticamente desconhecidas, e os mapas geológicos existentes não vão além da escala ao milionésimo.

Em sendo as ciências da Terra de caráter eminentemente regional, cabe a cada país providenciar o conhecimento adequado de seu território, através de suas instituições governamentais ou privadas, pela vontade política de seus governantes, ou pelo interesse espontâneo de seus cidadãos. Por causa do relativo atraso no desenvolvimento geocientífico brasileiro, as publicações a respeito da temática nacional são pouco numerosas de um modo geral e pouco visíveis na comunidade científica internacional. Além disso, dada a já comentada pequena produção científica em revistas internacionais, visto que a grande maioria dos artigos são oferecidos a revistas regionais ou locais, (com a desvantagem deles serem publicados em português), a comunidade internacional pouco conhece a respeito dos resultados das pesquisas geocientíficas brasileiras.

Esta situação permite continuidade à dependência científica que perdura há várias décadas, com relação a geocientistas do mundo desenvolvido, os quais vêm ao Brasil em programas legítimos de colaboração bilateral, atraídos pela diversas temáticas de grande interesse para o desenvolvimento das ciências da Terra que existem em boa quantidade e variedade no enorme e diferenciado território brasileiro. Assim, muitos dos artigos científicos referidos no capítulo anterior, e quantificados em parte na tabela 9, são elaborados por pesquisadores brasileiros, mas em co-autoria com geocientistas estrangeiros. Se por um lado isto é muito positivo, como resultado de um intercâmbio científico em

que muito tem a ganhar o lado brasileiro, por outro lado freqüentemente o mérito do trabalho e os seus dividendos são reconhecidos e contabilizados essencialmente para os pesquisadores das instituições desenvolvidas, independentemente das idéias e das atividades de pesquisa locais realizadas anteriormente à colaboração bilateral. Em casos extremos, mas infelizmente bastante frequentes, publicações científicas a respeito de temática regional brasileira aparecem assinadas apenas por autores estrangeiros, com eventual menção às colaborações recebidas por parte de parceiros locais.

A situação está evoluindo, lenta mas gradativamente, para uma situação de maior visibilidade e reconhecimento internacional, com o aumento de publicações de autor brasileiro em revistas conceituadas, como resultado da modernização e amadurecimento de algumas instituições de ponta, acadêmicas ou não, como o INPE, a USP, a UFBa, a Petrobrás, etc.

Por outro lado, nos meios geológicos o Brasil atingiu certo desenvolvimento técnico e profissional, que se reflete eventualmente em publicações internas pouco ou nada visíveis no plano internacional, e que traz como conseqüência a respeitabilidade, alcançada através da competência demonstrada em muitas áreas de ponta, como levantamentos temáticos por sensoriamento remoto, mapeamentos geológicos em áreas florestadas, prospecção de petróleo na plataforma continental, em águas profundas, pesquisas de geoquímica de superfície, e de alteração de rochas, estudos de solos tropicais e lateritas, etc.

Concluindo, com relação às dimensões do território e da população brasileira, o número de pesquisadores e profissionais das ciências da Terra no país é restrito. Os resultados das pesquisas e das atividades nacionais são muito pouco visíveis, internacionalmente, embora a existência de uma comunidade nacional ativa e competente seja reconhecida, para muitas áreas das ciências da Terra.

TENDÊNCIAS FUTURAS DAS GEOCIÊNCIAS

Assim como ocorre em outros ramos da Ciência, as Geociências também buscam adaptar-se aos novos paradigmas deste final de século XX, onde ambiente e desenvolvimento são as palavras de ordem, impostas pela sociedade moderna. O desenvolvimento sustentável, cuja meta é uma situação permanente de estabilidade para o planeta, com crescimento populacional contido, e utilização de tecnologias sadias para o ambiente, exige uma reestruturação profunda dos padrões da sociedade de consumo e a conseqüente oferta de vida decente para toda a população do globo.

Entendemos que cabe neste cenário um papel extremamente importante para as Ciências da Terra. Em primeiro lugar, porque elas sempre estiveram envolvidas com a busca e gerenciamento de diversos tipos de recursos naturais, como insumos minerais, água subterrânea, combustíveis fósseis, etc. Em seguida porque, no conhecimento global do planeta que nos abriga, elas ocupam posição central e integradora, fornecendo os elementos factuais a respeito da superfície da Terra, seus ambientes, relevo, solos, águas territoriais, climas, e os processos naturais que nela se instalam em decorrência de sua dinâmica (erosão, sedimentação, mudanças climáticas, vulcanismo, terremotos, etc.).

A própria ação antrópica sobre o meio físico é intensa, e cresce no tempo, em proporção geométrica, acompanhando a expansão populacional. O homem tornou-se um fator geológico dos maiores. Estima-se que cada indivíduo deste planeta industrializado utiliza anualmente, em média, mais do que 10 ou 12 toneladas de matérias primas minerais. A Tabela 11, válida para os Estados Unidos no ano de 1987, mostra que cada cidadão norte-americano utilizava naquela época cerca de

17 toneladas de bens minerais. O fluxo de material que corresponde a estes valores é da mesma ordem daquele movimentado pela tectônica de placas, ou seja, à somatória dos processos naturais associados à dinâmica interna do planeta, e expressos por abalos sísmicos, erupções vulcânicas e efeitos relacionados.

Dados sobre o meio físico são essenciais em qualquer abordagem dos problemas sócio-econômicos globais, ou de escala supra-nacional, e isto explica a existência de enormes e importantes programas científicos internacionais, como o International Geosphere-Biosphere Program (IGBP), ligado ao ICSU (Conselho Internacional de Uniões Científicas), a Década Internacional de Redução de Desastres Naturais, das Nações Unidas, o World Climate Research Programme, da Organização Meteorológica Mundial, e o International Geological Correlation Program, da UNESCO em colaboração com a União Internacional de Ciências Geológicas.

Por outro lado, apesar de sua relevância evidente em relação ao ambiente em que vivemos, as Ciências da Terra não têm visibilidade, na sociedade, compatível com sua importância. A educação pré-universitária praticamente não inclui elementos das geociências, em qualquer lugar do mundo, com exceção dos países em que existe vocação mineira, ou estão sujeitos a algum tipo de desastre natural. Com isto as Ciências da Terra não fazem parte da cultura popular, em contraste com as ciências biológicas, físicas, químicas e matemáticas. Além disso a atuação de geólogos, geofísicos, meteorologistas, etc., não é suficientemente visível, e portanto não é reconhecida automaticamente como causadora de benefícios sociais importantes.

No presente momento, em que a questão ambiental tornou-se uma das preocupações maiores da humanidade, as Ciências da Terra, e em particular a Geologia e a Geofísica, estão sofrendo uma crítica adicional importante, pelo fato delas terem sido associadas, aliás com toda propriedade, à procura e exploração de bens minerais. A mineração em geral tem sido denunciada como potencialmente prejudicial ao ambiente, e a sociedade tem exercido um papel extremamente crítico quanto ao controle e administração das atividades de mineração. É sintomático que, a partir da década de 80, a mineração tenha sofrido uma forte recessão, com a redução da utilização de insumos minerais nos países industrializados (através de reciclagem e da substituição por novos materiais), a queda de seus preços, a diminuição de atividades e orçamentos das empresas do setor mineral, e o conseqüente desemprego e desapontamento por parte de inúmeros profissionais das geociências.

A crise do setor mineral, que é mundial, ainda perdura nesta década de 90, e no Brasil ela é agravada pela difícil situação econômica nacional, que impede grandes investimentos governamentais. Tradicionalmente, o setor mineral, no Brasil, tem sido considerado de importância estratégica, e as maiores empresas atuantes sempre foram governamentais (Petrobrás, Vale do Rio Doce, CPRM, CBPM, METAGO, METAMIG, etc. - Tabela 3). Como a prospecção mineral é de alto risco, e de retorno eventual de longo prazo, são poucas as empresas privadas, de capital nacional, que atuam no setor, e seus investimentos atualmente são muito reduzidos. Empresas estrangeiras ou multinacionais também pouco atuam, ao nosso ver por dois motivos principais: porque o conjunto de leis existente, de cunho nacionalista, dificulta seu desenvolvimento, e porque a situação de continuada instabilidade econômica aumenta muito os riscos para investimentos de grande monta.

Pelo exposto, é evidente a necessidade de adaptações para os cientistas e profissionais das geociências, primeiro para superar os diferentes problemas de visibilidade na sociedade e de crise no setor mineral, e em seguida para adquirir uma nova identidade, mais sintonizada com as aspirações da sociedade em que estão inseridos. Em nossa opinião, ao buscarmos visualizar a situação futura, daqui a 4 ou 5 décadas, em que a população mundial poderá atingir 10 ou 11 bilhões de pessoas, e

a capacidade de suporte de nosso planeta deverá estar próxima de seu limite, em qualquer cenário, mesmo incluindo aí reciclagem de material em grande escala, a demanda de matérias primas naturais será crescente, estando assegurado aos cientistas e profissionais das Ciências da Terra do futuro um papel de grande importância na busca e no gerenciamento de tais recursos. Mais ainda, os geocientistas do futuro deverão aperfeiçoar suas funções de curadores, de guardiães da natureza, cabendo a eles, além do exercício de suas atividades técnicas específicas, zelar para que as instituições e empresas em que operarem incluam em suas equações de custo-benefício todas as ações necessárias para evitar ou reduzir ao mínimo os impactos sobre a natureza, permitindo explorações não predatórias e sem degradação ambiental.

Existem pelo menos três tendências claramente visíveis nas Ciências da Terra do presente, e que serão seguramente desenvolvidas nas próximas décadas:

1 - Quantificação - Embora a Geofísica e a Meteorologia já utilizassem em grande escala a linguagem da Matemática em suas atividades, nos últimos tempos a aplicação da informática levou outros campos, como os da Geologia, da Oceanografia e da própria Geografia a uma crescente quantificação. Utilização de técnicas de Geomatemática e Geoestatística, bancos de dados de diversas temáticas, sistemas de informação geográfica (GIS), sensoriamento remoto, cartografia digital, simulações e modelagens dos processos geológicos, geofísicos, meteorológicos buscando descrever realisticamente a natureza e evolução de nosso planeta, tudo isso mostra a evolução setorial, compatível com as mais modernas e avançadas tecnologias.

2 - Busca do subsolo - Não há dúvida que continuarão com grande vigor os estudos da superfície terrestre, bem como da hidrosfera e atmosfera, no sentido de melhor conhecer os processos naturais que governam as mudanças de nosso planeta, incluindo aí modelagens cada vez mais complexas e realísticas da circulação atmosférica e oceânica. Por outro lado, com os recentes progressos do sensoriamento remoto, encontram-se virtualmente esgotadas as possibilidades do encontro de novos recursos minerais ou energéticos na superfície, ou próximo dela. Desta forma, já se reconhece a necessidade do mapeamento tridimensional, de subsuperfície, para o qual geólogos e geofísicos deverão cooperar em associação íntima, visando a obtenção de uma linguagem comum e um completo entendimento mútuo, para otimizar o gerenciamento dos recursos do subsolo, sejam eles depósitos minerais, jazidas de combustíveis fósseis, ou água subterrânea.

3 - Busca da interdisciplinaridade - Esta tendência encontra-se em todos os campos científicos e tecnológicos, em vista do tratamento holístico requerido hoje em dia para os problemas de escala global, e especialmente aqueles inerentes à questão ambiental. Os desafios existentes transcendem os limites das jurisdições nacionais, e as decisões políticas a respeito de gerenciamento dos recursos naturais, e sobre o planejamento do uso e ocupação da terra, tornam-se extremamente delicadas por causa da interdependência de inúmeros fatores científico-tecnológicos e sócio-econômicos. Em tal contexto, consideramos importante a participação ativa dos geocientistas e profissionais análogos, em virtude de sua própria formação, que inclui fortes elementos regionais, ao lado do conhecimento dos processos naturais que atuam sobre a dinâmica local, importante para o entendimento global do ambiente.

RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO SETORIAL

Pelo exposto nos capítulos precedentes, o Brasil deve apresentar, numa estimativa global, não mais do que 1000 pesquisadores das Ciências da Terra vinculados a instituições acadêmicas, dos quais cerca da metade apenas com título de Doutor ou equivalente. Além disso, o número de profissionais atuantes na área de Geociências, em sua grande maioria geólogos, é da ordem de 8000, numa proporção perante a população brasileira pelo menos uma ordem de grandeza inferior à de países, desenvolvidos ou não, com territórios de dimensões similares. Em nossa opinião, a qualificação dos geocientistas nacionais corresponde à dos padrões internacionais, e já existe uma reconhecida experiência nacional em muitas atividades práticas de cunho regional, como mapeamentos geológicos e levantamentos geofísicos em regiões tropicais, pesquisa e gerenciamento de água subterrânea, interpretação integrada de imagens de radar e de sensoriamento remoto, e outras.

Na área acadêmica, as Ciências da Terra padecem dos mesmos problemas de todo o setor de ciência e tecnologia brasileiro, quais sejam os baixos investimentos globais, hoje da ordem de 0,7 % do PNB, e a instabilidade institucional relacionada com a recente estagnação econômica do país. Por outro lado, o fato da comunidade geocientífica brasileira ser relativamente pequena, e tendo em vista também que as Ciências da Terra foram e estão sendo adequadamente contempladas pelo PADCT, fazem com que as instituições científicas setoriais encontrem-se equipadas mais do que razoavelmente. Mais ainda, entendemos que a grande maioria dos grupos de pesquisadores ativos, com projetos de pesquisa considerados sensatos e adequados, consegue obter, junto às agências financiadoras do país (CNPq, FINEP, FAPESP e outras), subsídios para a execução de suas atividades de pesquisa.

Quanto aos aspectos profissionais, ao considerarmos os números da tabela 10, observamos que o número de geólogos envolvidos em atividades técnico-científicas, no Brasil, é obviamente pequeno. E se a situação é tal no caso dos geólogos, é muito pior no caso dos meteorologistas, e os números são irrisórios para geofísicos e oceanógrafos, face ao que seriam as necessidades básicas do país. Por outro lado, a solução do problema não passa por um aumento imediato do número de cientistas e profissionais da área, visto que, presentemente, o mercado de trabalho encontra-se saturado e com elevada taxa de desemprego.

Como para outras áreas da ciência e tecnologia, entendemos que há necessidade de planejamento global, a nível nacional, com a caracterização clara de metas factíveis, de cronogramas exequíveis, e a conseqüente elaboração de leis que permitam o exercício das vontades políticas determinadas. Os comentários que se seguem são estritamente pessoais, e são oferecidos a título de contribuição para possíveis discussões futuras a respeito da evolução do setor mineral brasileiro, e sua relação com o desenvolvimento das Geociências.

Cabe considerar, de início, a regionalidade dos recursos minerais. Cada jazida é específica e diferente das outras congêneres. Daí decorre que, na indústria mineral, não se pode operar normalmente com transferência de tecnologia pura e simples, como em outras atividades industriais, e a componente de ciência e tecnologia tem um papel essencial no aproveitamento racional dos recursos e na produção de bens de maior valor agregado. Assim, o desenvolvimento das técnicas e procedimentos adequados deve ser ajustado às características de cada jazida. No caso do Brasil, por ser o maior país situado em baixas latitudes, e portanto sujeito a climas tropicais, suas jazidas são sempre muito influenciadas por processos intempéricos e pela alteração de rochas. Muitos de seus recursos minerais, tais como bauxita, fosfatos, nióbio, anatásio, caulim, e outros, são verdadeiras

jazidas de intemperismo, com minérios de origem supérgena que não são comuns nos países de regiões temperadas. Estudos específicos para o melhor conhecimento de tais materiais, e tecnologias orientadas para o seu melhor aproveitamento somente foram desenvolvidos em alguns poucos casos, sendo este campo obviamente merecedor de mais consideração, no futuro.

Em relação aos recursos energéticos, e especialmente o petróleo, sua pesquisa e lavra constituem monopólio da União, garantido pelo artigo 177 da Constituição brasileira, e exercido através da Petrobrás. Em princípio, entendemos que quaisquer monopólios trazem em seu bojo graves desvantagens, neste mundo altamente competitivo, quais sejam as possibilidades de acomodação, perda de eficiência, corporativismo. Não nos parece ser o caso da Petrobrás, que, ao contrário, consegue excelente competitividade no plano internacional, como detentora de tecnologia de ponta na prospecção e extração de petróleo de águas profundas, e atuando presentemente como parceira de companhias congêneres, nas atividades de exploração do Mar do Norte. A Petrobrás tem sido extremamente séria e determinada na busca de desenvolvimento tecnológico, como demonstram seus resultados de pesquisas, efetuadas tanto pelo DEPEX como pelo CENPES, já comentadas no capítulo apropriado, e que colocam a empresa até mesmo em vantagem sobre as instituições universitárias brasileiras no tocante à produção científica internacional.

Por outro lado, o Brasil ainda não é autosuficiente em petróleo, e as aquisições que se fazem necessárias continuam onerando grandemente a sua pauta de importações. Entendemos que a Petrobrás, dando prioridade aos recursos disponíveis, está conseguindo desenvolver adequadamente sua produção e suas reservas, nas bacias sedimentares da plataforma continental, como a de Campos e outras. Entretanto, pelas dimensões da empresa em termos de recursos financeiros e humanos, face à imensidão do território brasileiro, ela não consegue dar andamento às operações de prospecção que se fariam necessárias para explorar adequadamente, e a prazo relativamente curto, todas as regiões do Brasil com certo potencial em termos de reservas petrolíferas.

Parece evidente que o país, a curto prazo, não tem condições de arcar com os enormes investimentos, de alto risco, envolvidos na prospecção petrolífera, e na prospecção mineral em geral. Entendemos que a saída poderá ser atrair investimentos estrangeiros, em condições controladas, mas para tal será necessário rever toda a legislação concernente ao setor mineral, e até efetuar algumas modificações à Constituição de 1988, que em tais matérias mostra-se, ao nosso ver, profundamente inadequada. Por exemplo, o seu artigo 176 diz claramente que a pesquisa e a lavra de recursos minerais somente poderão ser efetuados por brasileiros, ou empresa brasileira de capital nacional, texto que acaba atendendo a interesses corporativos "nacionalistas", num contexto xenófobo. Mais ainda, o seu artigo 174, em seus parágrafos 3 e 4, favorece as atividades garimpeiras, dando-lhes inclusive prioridade na autorização ou concessão para determinadas jazidas de minerais garimpáveis.

Ao nosso ver, o garimpo representa o mais importante problema ambiental gerado no setor mineral, especialmente no Brasil e na região Amazônica, por causa do empirismo das técnicas empregadas, e da decorrente contaminação do ambiente com mercúrio. A legislação deve ser adaptada à realidade da ação garimpeira, ao mesmo tempo que os próprios garimpeiros deverão ser conscientizados sobre os danos derivados de suas ações, e a eles deverá ser dada oportunidade de transformar suas atividades em ações cooperativas ou em microempresas, ou até mesmo de buscar atividades alternativas, como a agricultura.

Voltando aos problemas principais do setor mineral, falta de capital nacional público ou privado para grandes investimentos, a saída já mencionada seria a atração de investimentos estrangeiros, através de concessões controladas, contratos de risco, ou "joint ventures". Lembramos

que tais instrumentos foram e estão sendo implementados por países da própria América Latina, como a Argentina ou a Bolívia para substituir situações de monopólio estatal, ou por países como a Rússia e a China, que estão buscando reestruturar adequadamente suas respectivas economias. Entendemos que uma estratégia de revitalização do setor mineral seria importante no sentido de recuperar a vocação mineira do país, condicionada pela extensão territorial e pela diversidade dos terrenos que compõem o solo brasileiro. Conforme já foi assinalado neste documento, grande parte do Brasil não é conhecida, ou mal conhecida, permanecendo intacto seu potencial mineral. Ao mesmo tempo, diversas jazidas já conhecidas estão esperando os investimentos necessários para o seu desenvolvimento, e muitas ocorrências já descobertas estão esperando as pesquisas necessárias para se tornarem jazidas.

O sistema governamental ligado ao Ministério das Minas, composto por DNPM/CPRM não tem tido, nos últimos 10 -12 anos, condições para implementar ações de fomento efetivas no setor mineral, muito menos para dar continuidade aos levantamentos básicos necessários para o conhecimento do território, e menos ainda para controlar adequadamente as atividades mineiras e principalmente as atividades garimpeiras. Nossa recomendação é que o sistema seja revitalizado, com a implantação de um verdadeiro Serviço Geológico Nacional, conforme estudos já realizados há vários anos, e com o aproveitamento da estrutura existente da CPRM.

As sugestões presentes, revisão e adaptação das leis existentes visando a uma nova estratégia de incentivo do setor mineral, e ao mesmo tempo a revitalização do sistema DNPM/CPRM e sua transformação em Serviço Geológico, de modo similar aos que existem nos países industrializados, seriam suficientes para o seu aquecimento, e seu melhor desempenho em termos de divisas, para o país. Tendo vontade política, estas modificações, que passam pela etapa já prevista de revisão constitucional, poderiam ser efetuadas num espaço de tempo da ordem de dois ou três anos.

Conforme já foi explicitado anteriormente, tendo em vista a população do país e sua dimensão territorial, em condições normais o número de geólogos existente deveria ser bem maior. Neste particular, se fôr necessário, entendo que o país, com seus 19 cursos de graduação em Geologia, está capacitado para fazer frente a uma demanda crescente de profissionais. O mesmo não ocorre porém com graduados em Geofísica, para os quais faltam cursos de graduação apropriados. Com relação à pós-graduação, os cursos instalados nas muitas Universidades brasileiras estão longe da saturação. Além disso, se houver necessidade e recursos, tais cursos tem condição de serem ampliados a curto prazo, dada a existência de pesquisadores com Doutorado (ou quase), bolsistas ou ex-bolsistas sem vínculo de trabalho nas instituições em que estudam ou estudaram, que não estão inseridos no mercado de trabalho, e que podem ser aproveitados como professores e orientadores.

TABELA 1 - SUBDIVISÒES DAS GEOCIÊNCIAS

SUB-ÁREAS	ESPECIALIDADES
Ciências Geológicas	**Mineralogia, Petrologia, Geoquímica, Paleontologia, Sedimentologia, Geol. Estrutural, Geol. Física, Estratigrafia, Geohidrologia, Geocronologia, Geotectônica, Geol. Econômica, Metalogênese, Geol. Regional, e outras.**
Ciências Atmosféricas	**Meteorologia Geral, Climatologia, Met. Física, Met. Sinótica, Agrometeorologia, Micrometeorologia, Met. Dinâmica, Hidrometeorologia, Química da Atmosfera,**
Ciências Geofísicas	**Sismologia, Gravidade, Fluxo Térmico, Geomagnetismo, Paleomagnetismo, Sensoriamento Remoto, Geof. Externa, Geodésia Física, Geodésia Espacial, Geodinâmica, Geof. Aplicada, etc.**
Geografia Física	**Geomorfologia, Biogeografia, Pedologia, Análise Ambiental, Hidrologia, Geogr. Regional, e outras.**
Oceanografia Física	**Sistemas oceânicos, Química do Mar, Sistemas costeiros, Geol. marinha, Interação ar/mar, e outras.**

TABELA 2 - ÁREAS DE ATUAÇÃO PROFISSIONAL NAS GEOCIÊNCIAS

Agrometeorologia

Análise Ambiental

Cartografia Pedológica e Ambiental

Cartografia Geológica

Economia Mineral

Execução de Levantamentos Geodésicos

Execução de Levantamentos Geofísicos

Execução de Levantamentos Topográficos

Geologia das Águas Subterrâneas

Geologia de Engenharia

Interpretação de Dados Geofísicos

Interpretação de Dados Meteorológicos

Interpretação de Dados Oceanográficos

Meteorologia Aplicada

Organização do Espaço

Planejamento Rural

Planejamento Urbano

Prospecção de Depósitos Minerais

TABELA 3 - INSTITUIÇÒES DE ENSINO E PESQUISA EM GEOCIÊNCIAS

UNIVERSIDADE / UNIDADE	CURSO DE GRADUAÇÃO	CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
UNAM Inst. C. Exatas	Geologia	
UFPa Inst. Geociências	Geologia Meteorologia	Ciênc.Geofís./Geológicas
UFCe Inst. Geociências	Geologia	
UNIFOR	Geologia	
UFRN Inst. Geociências	Geologia	
UFPb Ce. C. Tecnologia	Meteorologia	Meteorologia
UFPe Centro Tecnologia	Geologia	Geociências
UFBa Inst. Geociências	Geologia Geociências	Geologia
Inst. Geoc./Física	Geofísica	
UFAL Dept.	Meteorologia	Meteorologia
UFF	Geociências	
UFRJ Inst. Geociências	Geologia Meteorologia Oceanologia	Geologia
UERJ Inst. Geociências	Geologia	
ON/CNPq Depto. Geofísica	Geofísica	
UFRRJ	Geologia	
UnB Inst. Geociências	Geologia	Geologia
UFMG Inst. Geociências	Geologia	Geologia
UFOP	Geologia	Geologia
USP Inst. Geociências	Geologia Mineral./Petrologia Geologia Sedimentar Rec. Miner./Hídricos Geoquím./Geotectônica	
Inst. Astr./Geofís.	Geofísica Meteorologia	Geofísica Meteorologia
FFLCH-Geografia	Geografia Física	

Inst. Oceanográfico	Oceanografia Física	
INPE/CNPq	Meteorologia Sensoriamento Remoto	
UNICAMP Inst. Geociências	Geociências	
UNESP IGCE-Rio Claro	Geologia Análise Ambiental Organização do Espaço	Geologia Regional
UFMT Depto. Geologia	Geologia	
UFPr Centro Tecnologia	Geologia	Ciências Geodésicas
UFRS Inst. Geociências	Geologia Sensoriamento Remoto	Geociências
UNISINOS Dep. Geologia	Geologia	
UFPEL Dep. Meteorologia	Meteorologia	
FUFRG	Oceanologia	

TABELA 4 - EMPRESAS PRINCIPAIS, INSTITUTOS DE PESQUISA E ORGÀOS GOVERNAMENTAIS EM GEOCIÊNCIAS

BP MINERAÇÀO
CENTRAIS ELÉTRICAS DE SÀO PAULO -CESP
CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL - CTA
COMISSÀO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - CNEN
CEPLAC
COMPANHIA BAHIANA DE PESQUISA MINERAL - CBPM
COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BÁSICO - CETESB
COMPANHIA METAIS DE GOIÁS - METAGO
COMPANHIA VALE DO RIO DOCE
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÀO MINERAL - DNPM
DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÀO - MINISTÉRIO DA MARINHA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGRÁRIAS - EMBRAPA
FUNDAÇÀO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC
GEOLOGIA E SONDAGENS LTDA. - GEOSOL
GEOTÉCNICA S.A.
HIDROSERVICE S.A.
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE
INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO PARÁ - IDESP
INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT/SP
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
LEVANTAMENTOS AEROFOTOGRAMÉTRICOS S.A. - LASA
METAGO - METAIS DE GOIÁS S.A.
METAMIG - METAIS DE MINAS GERAIS S.A.
MINEROPAR - MINERAIS DO PARANÁ
PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - Petrobrás
PROMON ENGENHARIA S.A.
PROSPEC S.A.
SCHLUMBERGER
THEMAG S.A.

TABELA 5 - GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

	No. de ALUNOS	CONCLUINTE S
CURSOS DE GEOLOGIA	ABRIL DE 1991	1990
UFRN - NATAL, RN	104	5
UFCE - FORTALEZA, CE	153	7
UNIFOR - FORTALEZA, CE	15	13
UNAM - MANAUS, AM	73	1
UFPA - BELÉM, PA	240	13
UFPE - RECIFE, PE	37	3
UFBA - SALVADOR, BA	224	18
UFMG - BELO HORIZONTE, MG		
UFOP - OURO PRETO, MG	326	38
UFRJ - RIO DE JANEIRO, RJ		
UFRRJ - ITAGUAÍ, RJ	239	18
UERJ - RIO DE JANEIRO, RJ	99	11
UNB - BRASÍLIA, DF	150	20
USP - SÃO PAULO, SP		
UNESP - RIO CLARO, SP	371	52
UFMT - CUIABÁ, MT	105	15
UFPR - CURITIBA, PR	113	13
UFRS - PORTO ALEGRE, RS	180	18
UNISINOS - SÃO LEOPOLDO, RS	163	12
TOTAL	2592	257
CURSOS DE METEOROLOGIA		
UFPA - BELÉM, PA	125	8
UFPB - CAMPINA GRANDE, PB	120	3
UFAL - MACEIÓ, AL	60	1
UFRJ - RIO DE JANEIRO, RJ	97	2
USP - SÃO PAULO, SP	76	7
UFPEL - CAPÃO DO LEÃO, RS	104	6
TOTAL	582	27

CURSOS DE OCEANOLOGIA		
UFRJ - RIO DE JANEIRO, RJ	120	11
UFRGR - RIO GRANDE, RS	210	40
TOTAL	330	51
CURSOS DE GEOFÍSICA		
UFBA - SALVADOR	INÍCIO EM 1992	
USP - SÃO PAULO, SP	40	3
TOTAL	40	3

TOTAL DE CURSOS

AREAS	NÚMERO	ALUNOS	CONCLUINTES
GEOLOGIA	19	2592	257
METEOROLOGIA	6	582	27
OCEANOLOGIA	2	330	51
GEOGRAFIA	155	25690	4189

TABELA 6 Cursos de Pós Graduação em Geociências

I.E.S	CURSO	INÍCIO do CURSO ME	DO	NÚMERO em 1991	DOCENTES	DRS.	ALUNOS em 1991 ME	DO	ME	TITULADOS em 1991 DO
UFPa	C. Geofísicas e Geológicas	73	79	30	20	77	26	19	1	
UFPB	Meteorologia	78		19	6	19		4		
UFPE	Geociências	73		17	14	22		7		
UFBA	Geologia	76		16	12	29		6		
	Geociencias	70		25	18	42		7		
	Geofisica	69	72	9	9	32	13	5	2	
UFRJ	Geologia	68	68	29	19	81	8	10	1	
UFF	Geociencias	72		20	17	34	4	10		
UFMG	Geologia	88		14	14	20		3		
UFOP	Geologia	84		11	4	11	6			
USP-IG	Geociencias (Min/Petrologia)	70	70	14	14	31	32	2	1	
USP-IO	Oceanografia		72	83	12	12	28	7	3	1
USP-IAG	Geofísica	75	79	14	13	14	16	1	1	
USP-IAG	Meteorologia84	84	13	5	29	5	7	1		
USP-IG	Geociências (Rec/Min/Hidro)	86	86	17	17	30	20	3	2	

USP-IG Geociências (Geoq/Geotec.)	86	86	16	16	24	41	7	5	
USP-IG Geociências (Geol. Sedim.)	86	86	10	10	19	25	6	1	
USP-FFLCH Geografia Física	71	71	12	12	75	48	7	5	
UNICAMP Geociências		83		14	14	42		9	
UNESP-RC Geociências (G. Regional)	86	86	24	24	32	21	9	3	
UNESP-RC Geografia (Org. Espaço)	77	83	24	24	43	20	10	5	
UNESP-RC Geociências (A. Ambiental)		86	86	25	25	35	26	4	1
INPE Meteorologia	68	74	32	23	14	10	12		
INPE Sens. Remoto	72		50	34	52		9		
UFPR C. Geodésicas		71	83	20	8	38	8		
UFRGS Geociências	68	68	29	27	60	39	14	4	
UFRGS Sens. Remoto		90		11	9	16			
UnB Geologia	75	88	20	18	31	17	9		
TOTAIS			547	438	980	378	197	34	

TABELA 7 - PUBLICAÇÒES NACIONAIS DA ÁREA DE GEOCIÊNCIAS COM PERIODICIDADE E CORPO EDITORIAL CRÍTICO PERMANENTE

Anais da Academia Brasileira de Ciências

Ciência e Cultura

Geochimica Brasiliensis

Mineração e Metalurgia

Revista Brasileira de Cartografia

Revista Brasileira de Ciências do Solo

Revista Brasileira de Geociências

Revista Brasileira de Geofísica

Revista Brasileira de Geografia

Revista Brasileira de Meteorologia

Revista Brasileira de Tecnologia

PUBLICAÇÕES REGIONAIS

Acta Geologica Leopoldina - UNISINOS, RS

Anais da Escola de Minas de Ouro Preto

Anuário do Observatório Nacional

Boletim Científico - IG USP

Boletim do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - SP

Boletim do Instituto Geológico -SP

Boletim do Instituto Oceanográfico - IO USP

Boletim do Museu Nacional

Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi

Boletim Paranaense de Geociências - UFPr

Boletim Paulista de Geografia

Boletim Técnico da Petrobrás

Pesquisas - IG UFRS

TABELA 8 - REVISTAS CIENTÍFICAS INTERNACIONAIS PESQUISADAS PARA ARTIGOS ORIGINADOS DE PESQUISADORES BRASILEIROS

1988-1991

Acta Crystallographica A
Acta Crystallographica B
Acta Crystallographica C
American Association of Petroleum Geologists Bulletin
American Journal of Science
American Mineralogist
Annual Review of Earth and Planetary Science
Biogeochemistry
Bulletin of the American Meteorological Society
Canadian Journal of the Earth Sciences
Chemical Geology
Clays and Clay Mineralogy
Climatic Change
Contributions of Mineralogy and Petrology
Deep Sea Research
Earth and Planetary Science Letters
Earth Sciences Reviews
Earth, Moon and Planets
Ecology
Economic Geology
Energy
Environmental Science and Technology
Episodes
Fuel
Geeological Journal
Geobios - Lyon
Geochemical Journal
Geochimica et Cosmochimica Acta
Geoexploration
Geological Magazine
Geologie in Mijnbouw
Geologische Rundschau
Geology
Geophysical Journal - Oxford
Geophysical Prospecting
Geophysical Research Letters
Geophysics
Geophysics and Astrophysics Fluid Science
Geotechnique
Geotectonics
Ground Waters
Journal of Applied Crystallography
Journal of Atmospheric Chemistry
Journal of Atmospheric Science
Journal of Biogeography
Journal of Climatology
Journal of Geochemical Exploration
Journal of Geodynamics
Journal of Geology
Journal of Geophysical Research
Journal of Hydrology
Journal of Paleontology

Journal of Petroleum Geologists
Journal of Petroleum Technology
Journal of Petrology
Journal of Physical Oceanography
Journal of Sedimentary Petrology
Journal of Soil Science
Journal of South American Earth Sciences
Journal of Structural Geology
Journal of the Geological Society of London
Lethaia
Lithos
Marine Geology
Marine Geophysical Research
Mathematical Geology
Meteoritics
Meteorological Magazine
Micropaleontology
Mineralia Deposita
Mineralogical Magazine
Nature
Nuovo Cimento
Oil and Gas Journal
Palaeontology
Paleobiology
Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology
Photogrammetric Engeneering and Remote Sensing
Physical and Chemical Mineralogy
Physics of the Earth and Planetary Interiors
Precambrian Research
Pure and Applied Geophysics
Quaternary Research
Quaternary Science Reviews
Reviews of Geophysics
Reviews of Mineralogy
Science
Sedimentary Geology
Sedimentology
Soil Science
Tectonics
Tectonophysics
Water Research
Water Resources Bulletin
Water Resources Research

TABELA 9 - INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS COM ARTIGOS PUBLICADOS EM REVISTAS INTERNACIONAIS SELECIONADAS (1988-1991)

INSTITUIÇÃO	NÚMERO DE PUBLICAÇÕES
UF BAHIA	22
USP - INST. GEOCIÊNCIAS	22
INPE/CNPQ	18
PETROBRÁS - CENPES	16
PETROBRÁS - DEPEX	14
USP - INST. ASTRON. GEOFÍSICO	11
UNIV. DE BRASILIA	9
UF DO PARÁ	9
UF RIO GRANDE DO SUL	4
UNICAMP	4
UF RIO GRANDE DO NORTE	4
UF DO RIO DE JANEIRO	3
UNESP - RIO CLARO	3
UF FLUMINENSE	2
OBSERVATÓRIO NACIONAL - CNPQ	2

TABELA 10 - DENSIDADES RELATIVAS DE GEÓLOGOS NA POPULAÇÃO, PARA PAÍSES DE TERRITÓRIO EXTENSO.

PAÍSES	POPULAÇÃO (MILHÕES HAB.)	NO.GEÓLOGOS (X1000)	DENSIDADE NA POPULAÇÃO	N. GEÓLOGOS/KM2
BRASIL	**145**	**7 500**	**1/20 000**	**1/1 100**
U.S.A.	**24**	**580000**	**1/3 000**	**1/150**
Canadá	**27**	**28 000**	**1/1 000**	**1/150**
Austrália	**16**	**19 000**	**1/ 800**	**1/160**
ex-URSS	**290**	**160 000**	**1/ 1 800**	**1/200**
China	**1 100**	**450 000**	**1/2 500**	**1/20**

TABELA 11 - CONSUMO ANUAL PER CAPTA DE RECURSOS MINERAIS.

USA , 1987

Pedras	**4 900 Kg**
Areia e Cascalho	**3 770**
Cimento	**383**
Argilas	**195**
Sal	**170**
Fosfato	**145**
Ferro e Aço	**562**
Alumínio	**22**
Cobre	**9**
Chumbo	**5**
Zinco	**6**
Petróleo	**3 100**
Carvão	**2 600**
Gás natural	**1 950**

Total aprox. : 17 000 Kg

Fonte : Skinner, 1989.